

THESIS

MUNICH

1967

VERGLEICHENDE MECHANISCHE
UNTERSUCHUNGEN VERSCHIEDENER
HALTEELEMENTE DER GUSSFÜLLUNG

LANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
MEDICAL CENTER
STANFORD, CALIF. 94305

Theodor  Bibel

AUS DER KONSERVIERENDEN ABTEILUNG
Vorstand: Professor Dr. Dr. M. Schug-Kösters
DER KLINIK FÜR ZAHN-, MUND- UND KIEFERKRANKHEITEN
DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN
Direktor: Professor Dr. Dr. J. Heiß

VERGLEICHENDE MECHANISCHE
UNTERSUCHUNGEN VERSCHIEDENER
HALTEELEMENTE DER GUSSFÜLLUNG

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Theodor Bibel
aus Murnau

München 1967

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Professor Dr. Dr. M. SCHUG-KÖSTERS
Dekan: Professor Dr. F. HOLLE

Tag der mündlichen Prüfung: 3. 10. 1967

INHALTSVERZEICHNIS

- I EINLEITUNG
- II PROBLEMSTELLUNG
- III BESCHREIBUNG DER APPARATUREN
- IV ART DER ANWENDUNG
- V EIGENE ERGEBNISSE IN ZAHLEN UND TABELLEN
- VI AUSWERTUNG UND DISKUSSION DER ERGEBNISSE
- VII ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNG FÜR
DIE PRAXIS
- VIII LITERATURVERZEICHNIS
- IX LEBENS LAUF

Digitized by the Internet Archive
in 2026

I EINLEITUNG

Problem der Verankerung für die Gußfüllung:

Entgegen den plastischen Füllungsmaterialien, bei denen die Hohlform oder die künstlich geschaffenen Hohlkehlen die endgültige Füllung in der Kavität fixieren, treten beim Inlay spezielle Probleme auf, die Zug-, Druck- und Abscherkräften entgegenwirken sollen.

Am Anfang der Entwicklung steht Bing (1860). Er kam zuerst auf den Gedanken nach Entfernung des kariösen Dentins die mit Guttapercha gefüllte Kavität durch einen Golddeckel abzuschließen. Um einen Halt des Deckels zu erzielen, lötete er eine oder mehrere Schlaufen aus Gold von unten an das Goldplättchen. Zum erstenmal kommt hier die Bügelverankerung zur Anwendung.

Einen Schritt weiter geht Aguilhon de Sarrau (1872), indem er Gold nicht nur zur Abdeckung, sondern auch als Füllungsmaterial verwandte. Er war gezwungen, einen großen Teil der Arbeit ins Labor zu verlegen. Nach der Herstellung eines Gipsmodells, daß er aus einem Wachsabdruck verfertigte, goß er 22 karätiges Gold in die Hohlform. Diese Methode war so ungenau, daß man bei der Goldhämmerfüllung blieb.

Den größten Einfluß hatte Black 1889 (2) mit seinen Forderungen hinsichtlich der Retention, die bis heute Gültigkeit haben.

1. Rechtwinklige Präparation der Kavität in Kastenform
2. Schwalbenschwanzpräparation.

Mit diesen grundlegenden Forderungen hat er die Entwicklung der Gußfüllung maßgeblich beeinflußt.

Erst durch die Erfindung eines neuen Gußverfahrens durch Ollendorf (13) (1904) und Taggart (16) (1907) wurde das Inlay wieder in den Vordergrund gerückt. Das neue Verfahren brachte erstmals die Möglichkeit, das Inlay der Kavität genau anzupassen. Das dominierende Problem bestand jetzt darin, dieser Füllung einen genügenden Halt gegen die schon erwähnten Zug-, Druck- und Abscherkräfte zu geben. Es wurden dabei verschiedene Wege beschritten.

Loos (10) war derselben Ansicht.

Barth 1920 (1) berechnete zum erstenmale nach mathematisch-physikalischen Gesichtspunkten die Retention einer Gußfüllung.

Doxtater 1933 (5) greift die schon 1890 bekannte Methode der Stiftverankerung wieder auf.

Während Doxtater (5) kurze Stifte im Dentin verankerte, führte Boisson 1935 (4) lange Stifte parapulär im Dentin angeordnet ein. Er erreichte damit einen größeren Schutz der Pulpa.

Boedecker (3) vertrat eine andere Ansicht. Für ihn war die Kastenform der Kavität nicht das Entscheidende. Er stellte kastenförmige Inlays her, die in eine entsprechend passend präparierte Unterfüllung vermittels eines Zementriegels verankert werden. Der Vorteil dieser Methode besteht im wesentlichen darin, daß wenig gesunde Zahnschubstanz geopfert werden muß. Das besondere Problem dieser Methode liegt in der schwierig herzustellenden Zementriegelverankerung.

Deshalb zeigte Schug-Kösters 1952 (15) in einer Veröffentlichung "Gedanken und Versuche zu einer vereinfachten Retention der Inlays" neue Wege zu einer besseren Verankerung, die sogenannte Zementblockmethode.

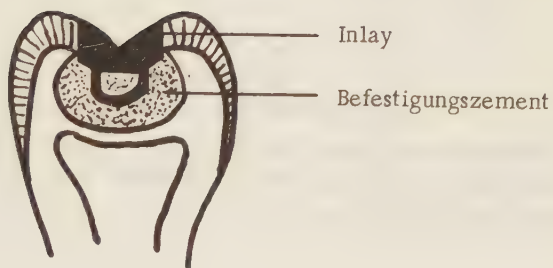


Abb. 1 Zementblockmethode

Kujumdjeff (9) konnte an Hand von Zahnschliffen die von Schug-Kösters (15) geäußerten Gedanken erhärten. Bei dieser Zementblockmethode wird der mit Zement ausgefüllte Hohlraum der Kavität direkt als Retention in Verbindung mit bestimmten Verklammerungstechniken ausgenutzt. Bei der Präparation und Herstellung des Inlays tritt eine wesentliche Vereinfachung ein: Sie beschränkt sich auf:

1. Entfernung sämtlichen kariösen Dentins
2. Randgestaltung im okklusalen und approximalen Bereich
3. Abdruck
4. Herstellung des Inlays mit den verschiedenen Retentionselementen, Netz, Bügel oder Krampon
5. Einzementieren des Inlays.

Die besonderen Vorteile liegen:

1. In einer größeren Schonung des Zahnes bei der Präparation
2. In einer Verkürzung der Arbeitszeit am Patienten
3. Leichtes Einpassen des Inlays
4. Materialersparnis.

II PROBLEMSTELLUNG

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die verschiedenen neuen Verankerungsformen im Rahmen der "Zementblockmethode" siehe Abb. 1 im Bezug auf ihre Retentionswerte festzustellen.

III BESCHREIBUNG DER APPARATUREN

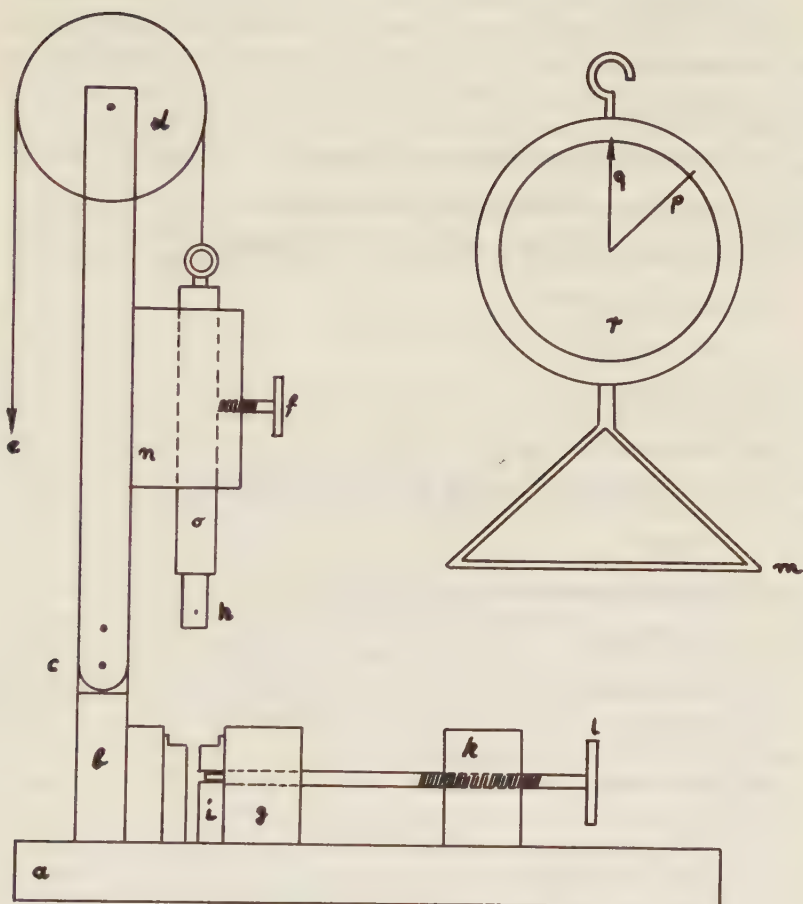


Abb. 2 Abreißmaschine 1

Einzelteile der Maschine 1

- a) Grundplatte
- b) Galgen
- c) Kippachse
- d) Umlenkrolle für das Zugseil (Stahlseil)
- e) Zugseil zur Befestigung der Federwaage
- f) Halteschraube zum Feststellen der Abreißstange
- g) Befestigungsblock
- h) Kupferring
- i) Abreißblock
- k) Gewindeblock
- l) Befestigungsschraube zum Festhalten des Prüfkörpers
- m) Triangel
- n) Parallelführungsblock
- o) Abreißstange
- p) Schleppzeiger
- q) Zeiger
- r) Federwaage
- s) Nagel
- t) Bohrung für Nagel

A Die ersten 24 Abreißversuche erfolgten mit einem Meßgerät, das Hoppe (8) und Gutsche (6) konstruierten. Schmöger (14) entwickelte diese Apparatur weiter. Die bei Schmöger (14) beschriebene Abreißmaschine gliedert sich in vier Teile:

1. Grundplatte zur Befestigung der Meßeinrichtung.
2. Abreißblock: Die Schraube (l), mit der Gewindebohrung (k) arretierte den Prüf

körper (P) im Befestigungsblock (g).

3. Schwenkbarer Galgen (b, c) mit Parallelführung der Abreißstange: Durch Einarbeitung eines Scharniergelenkes (c) war der Galgen (b) im Punkte (c) zur leichteren Beschickung des Kupferringes (h) mit Zement kippbar. Der austauschbare Kupfering (h) war an der parallel geführten Abreißstange (o) mit einem Nagel (s) durch die Bohrung (t) festgehalten. Der Stahldraht (e) verband die Abreißstange mit der Federwaage (r) über die Umlenkrolle (d).
4. Federwaage: Ihr Eigengewicht betrug 1 550 g, die zum Meßwert zugezählt wurden. Die am Zuggriff (m) mit der Hand ausgeübte Kraft war auf der Federwaage (r) mit Schleppzeiger (p) abzulesen.

Die Nachteile dieser Abreißeinrichtung liegen im folgenden:

1. Durch ungenügenden Halt des Galgens (b) im Scharniergelenk (c), trat bei Belastung ein geringfügiges Kippen der am Galgen (b) befestigten Abreißstange (o) auf. Die dadurch auftretenden Abscherkräfte zwischen Zement und Prüfkörper (P) beeinträchtigten die Meßwerte. Dadurch ließen sich absolut sichere Ergebnisse nicht erzielen. Die Schwankungen betrugen immerhin zwischen 0 - 6 300 g.
 2. Nach Abriß der anzementierten Prüfstange (o) vom Prüfkörper (P) blieb der Schleppzeiger zunächst auf einem Punkt der Meßskala stehen, der dem tatsächlichen Meßwert entsprach. Bedingt durch das zu geringe menschliche Reaktionsvermögen endete die Krafteinwirkung nicht im Moment des Abreißens. Besonders bei Versuchen mit hohen Drücken - immerhin traten Werte von über 10 kg auf - konnte die abwärts gerichtete Kraft nicht im Augenblick des Abreißens gebremst werden. Da der gesamt zurückgelegte Weg nur etwa 2 cm betrug, fiel die Hand mit der Federwaage ohne daß man es merkte durch, die zurückschnellende Parallelführungsstange schlug mit dem Nagel an den Parallelführungsblock, die Federwaage spannte sich von neuem und der jetzt angezeigte Meßwert war zum Teil höher als der eigentliche Abreißwert.
- Um diese Mängel auszuschalten, habe ich ein neues Gerät angefertigt.

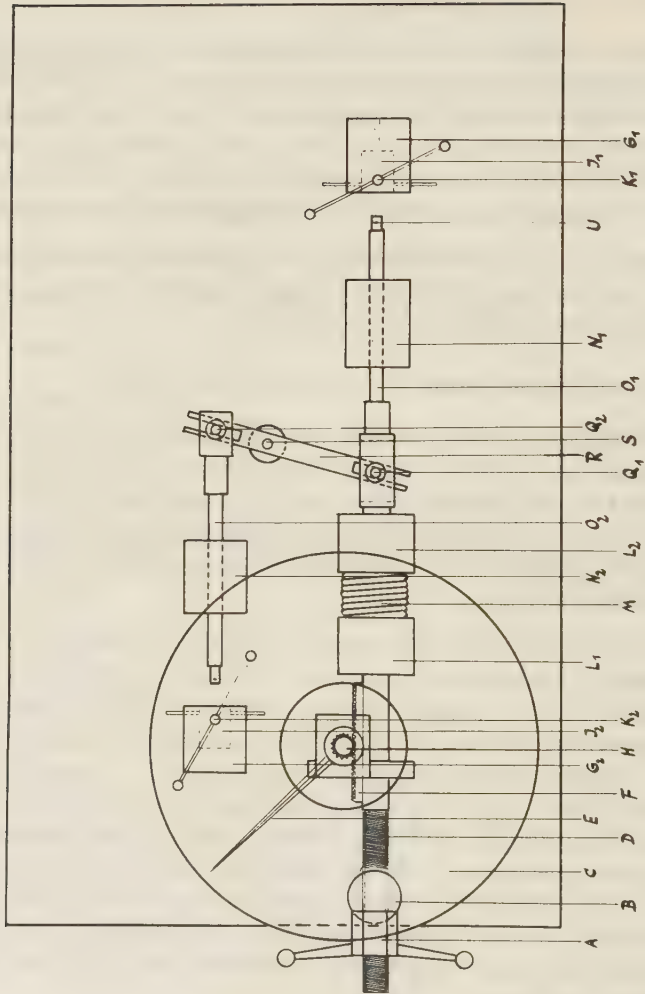


Abb. 3 Abreibmaschine 2

B Beschreibung der neuen Abreißmaschine:

Einzelteile der Maschine 2

A.	Spannmutter	$L_1 L_2$.	Federhalterung
B.	Widerlager	M.	Zugfeder
C.	Strichskala	$N_1 N_2$.	Parallelführungsblock
D.	Zugstange	$O_1 O_2$.	Abreißstange
E.	Zeiger	$Q_1 Q_2$.	Hebelführung
F.	Zahnstange	R.	Hebel
$G_1 G_2$.	Abreißblock	S.	Hebeldrehpunkt
H.	Zahnrad	U.	Bohrung zur Befestigung des Kupferringes
$I_1 I_2$.	Befestigungsblock	V.	Zugstangenführungsblock
$K_1 K_2$.	Feststellschraube für Prüfkörper	W.	Kupferring

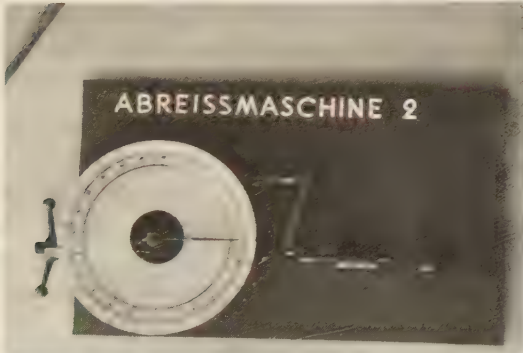


Abb. a 4 mit Skala

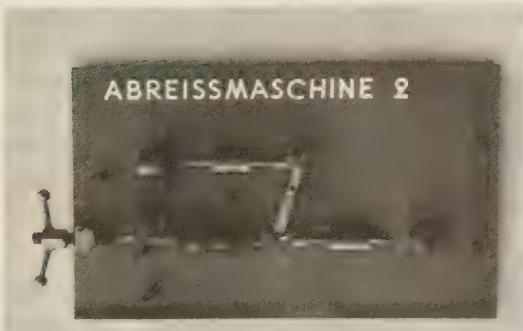


Abb. b 4 ohne Skala

Die einzelnen Teile der Versuchseinrichtung sind auf einer 12 mm massiven Eisenplatte verankert. Sie können während der Abreißbelastung ihre Lage zueinander nicht verändern und damit zu keiner Verfälschung der Ergebnisse führen.

Nach Aufgabe der Bauelemente gliedert sich die Maschine wie folgt:

1. Abreißblock zur Aufnahme des Prüfkörpers:

Die Aufnahme des Prüfkörpers und seine Halterung im Abreißblock stimmt mit der von Schmöger (14) überein.

2. Parallelführungsblock mit Abreißstange:

Dieser Teil des Meßgerätes arbeitet im Prinzip nach der von Schmöger (14) beschriebenen Apparatur. Die Abreißstange ($O_1 O_2$) steht durch ein Linksgewinde mit der Federhalterung ($L_1 L_2$) in Verbindung.

3. Zugfeder und Zugstangenführungsblock:

Die Federhalterungen ($L_1 L_2$) fassen die Feder (M). Wie (L_2) mit der Abreißstange ist auch (L_1) mit der Zugstange (F) über ein Gewinde fest verbunden. Der Zugstangenführungsblock (V) erlaubt der Zugstange (D) nur Bewegungen in der Längsachse.

4. Meßvorrichtung mit kreisförmiger Strichskala:

An der Zugstange (D) ist die Zahnstange (F) angebracht. Die Zahnstange (F) greift in das Zahnrad (H), von dessen Mittelpunkt der Zeiger (E) ausgeht. Bei Hubänderungen der Zahnstange (D) gleitet diese am Zahnrad (H) entlang und bringt dieses zum Drehen. Dadurch ändert sich die Stellung des Zeigers auf der kreisförmigen Strichskala (C).

5. Spannmutter mit Widerlagern:

Die Spannmutter (A) liegt zwischen den Widerlagern (B). Ihre Gewindesteigung beträgt 1,0 mm; bei Drehung der Mutter um 360° wird die Zugstange um 1,0 mm in ihrer Längsrichtung bewegt. Dies bewirkt mit Hilfe der unter 4. beschriebenen Zahnradübersetzung eine Änderung des Skalenzeigers (E) um 11° , beziehungsweise einen Ausschlag von 7,5 Skalenteilen. Das Widerlager (B) verhindert nach Abriß ein Zurückschnellen der Zugstange (D). Deshalb bleibt der Meßzeiger (E) auf dem Punkt der Meßskala (C) stehen, den er im Moment des Abreißens einnimmt.

6. Abreißvorrichtung mit Untersetzung 2 : 1:

Treten bei einem Versuch größere Werte auf als die Skala I angibt, so kann durch Anwendung der Hebelgesetze auf der gleichen Maschine weiter gemessen werden. Technisch wurde das Problem folgendermaßen gelöst: Die Unter-

setzungsstange (R) ist mit der Abreißstange (O_1) in (Q) gelenkig verbunden. Die Untersetzungsstange (R) hat ihren Drehpunkt in (S). Die Verbindung der Abreißstange (O_2) mit dem Hebel (R) im Punkte (Q_2) ist dieselbe wie bei (Q_1). Abreißblock (G_2) und Parallelführungsblok (N_2) sind entsprechend (G_1, N_1) gearbeitet. Dadurch verdoppelt sich der Meßbereich.

7. Die Eichung:

Um aus der Größe des Skalenausschlages Rückschlüsse auf die einwirkende Kraft ziehen zu können, war vor Beginn der Versuche eine Eichung des Gerätes nötig. Der Meßzeiger (E) wurde zunächst willkürlich auf den Nullpunkt der Skala (C) eingestellt.

Die Abreißstange war durch einen Stahldraht über eine kugelgelagerte Seilrolle mit der Waagschale (500 g einschließlich Draht) verbunden. Aufsteigend bis 17 kg, wurde im Abstand von jeweils 500 g eine Belastung durchgeführt und auf der Skala registriert. Die Auswertung dieser 34 Eichungen ergab einen linearen Ausschlag des Meßzeigers (E). Deshalb konnten bei den Versuchen auftretende Zwischenwerte aus der Tabelle 1 leicht ermittelt werden.

8. Vorteile der neuen Maschine:

Die Vorteile der neuen Maschine liegen kurz im folgenden:

a) Verwindungsfestigkeit:

Während bei der Schmögerschen Maschine die Kraftübertragung über einen senkrecht stehenden schlecht fixierten Galgen (b) vermittelt einer Umlenkrolle vor sich ging, liegen bei meiner Maschine sämtliche entsprechenden Funktionselemente auf einer massiven Eisenplatte fest montiert. Von daher können Ungenauigkeiten nicht mehr in das Maßergebnis eingehen.

b) Um die Mängel des schlechten menschlichen Reaktionsvermögens auszuschalten, wurde die handbediente Federwaage durch eine mechanische Vorrichtung (modifizierte Federwaage) ersetzt. Wegen der großen Untersetzung durch die Schraube (A) ist die von Moment zu Moment einwirkende Kraft in Form einer Drehbewegung relativ gering und kann im Augenblick des Abreißens sofort abgebremst werden.

c) Doppelter Meßbereich:

Mit Absicht wurde die Feder nur bis zu einem Meßbereich von 17 kg ausgelegt. Die darüber liegenden Werte können mit Hilfe der in Punkt 6 beschriebenen Hebelübersetzung auf einer zweiten Skala abgelesen werden. Der Vorteil liegt klar auf der Hand: auf diese Art und Weise lassen sich genauere Meßwerte ablesen.

Abb. 5 Eichung der Abreißmaschine 2

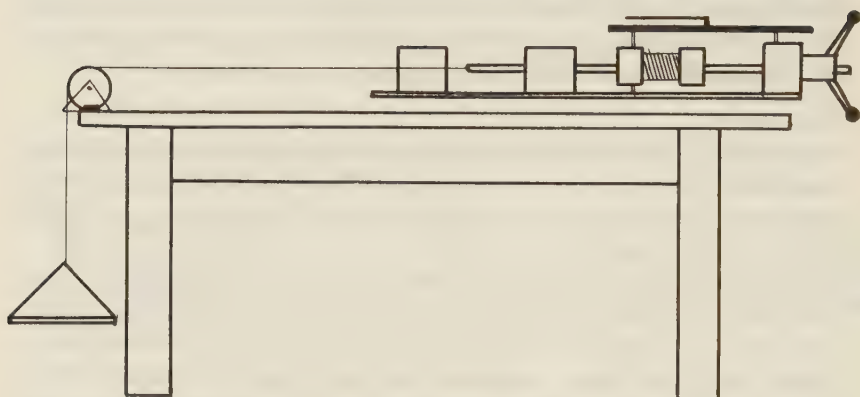
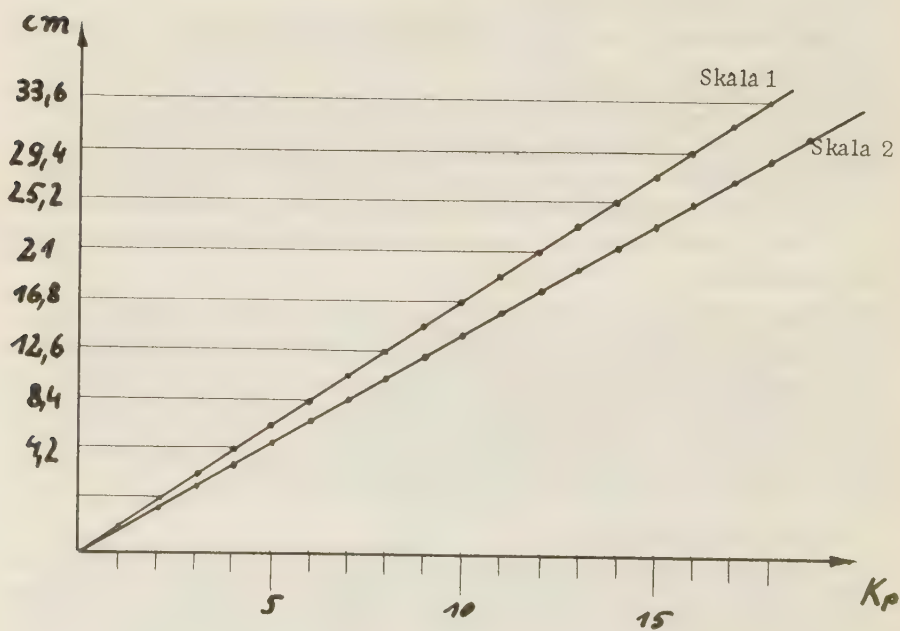


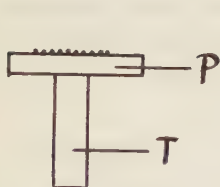
Tabelle 1



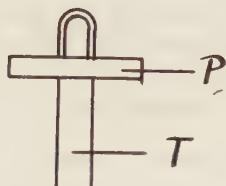
IV ART DER ANWENDUNG

Zweck der vorliegenden Arbeit war es, die Abreißwerte von Zement in Verbindung mit neuen Verankerungstechniken zu ermitteln. Im einzelnen handelt es sich um folgende Prüflinge:

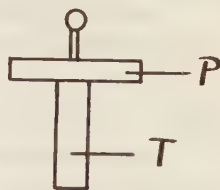
1. Netz
2. Bügel
3. Krampon



Netz



Bügel



Krampon

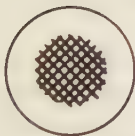


Abb. 6 Prüfkörper

Herstellung der Prüfkörper:

Der jeweilige Prüfling aus angußfähigem Material (Degulor i) wurde an den in Gußwachs vorgeformten Träger (T) angegossen. Wir gewannen den Träger (T) durch Einpressen von blauem Preponwachs in die Hohlform des Befestigungsblocks. Danach wurde der eigentliche Prüfling leicht erhitzt und mit dem Wachsrohling verbunden, eingebettet und gegossen. Nach dem Ausbetten wurde der Prüfkörper vom Gußkegel getrennt und mit feinen Steinchen ausgearbeitet. Anschließend wurde noch die Platte (P) poliert.

Der Träger (T) besteht aus einem Stab von 12 mm Länge und 2,8 mm Durchmesser. Er endet in der kreisförmigen Platte (P) mit einer Höhe von 0,9 mm. Ihr Radius beträgt 4,15 mm. Sie steht mit dem eigentlichen Prüfling in Verbindung und bildet die Abreißfläche. Diese wurde auf 16,6 qmm begrenzt. Das entspricht dem Radius des Kupferringes.

Nach Fertigstellung des Prüfkörpers aus 20karätigem Gold wird er mit dem Träger T durch die Feststellschraube (K 1/2) im Befestigungsblock arretiert.

Die Befestigung des Prüfkörpers im Zement:

Die Voraussetzungen der Versuche waren die gleichen wie sie Mayer (11) in seiner Dissertation angab.

Für sämtliche Versuche verwendeten wir normal härtenden Phosphatzement der Firma Bayer. Die vom "National Bureaus of Standarts" empfohlenen Verarbeitungsvorschriften für Zement garantierten für jeden Versuch eine gleiche Zementqualität. In Übereinstimmung mit Schmöger (14) mischten wir jeweils 3,0 g Pulver in 1 ccm Flüssigkeit. Anspateltemperatur war 12° Celsius.

Der früher beschriebene Kupferring (W) hat einen Halbmesser von 2,3 mm, der dem Radius der Prüffläche gleicht. Sämtliche Versuche führten wir mit Kupferhülsen gleicher Größe und Perforation durch. Die Perforationen bildeten eine Retention für den Zement. Vor der Beschickung von Kupferhülse und Prüfkörper wurden beide Teile mit Chloroform entfettet und mit einem Luftbläser getrocknet. Die Zementierung des Prüflings mit der Kupferhülse erfolgte in der bei Schmöger (14) beschriebenen Weise. Für das Anspateln und die Verarbeitung des Zements benötigten wir je 60 Sekunden. Den überschüssigen Zement entfernten wir mit beginnender Erhärtung.

Anschließend mußte eine Abbindezeit von 120 Minuten eingehalten werden.

Nach Ablauf dieser Zeit wurde jedesmal die Spannmutter (A) langsam so lange nach links gedreht, bis der Abriß erfolgte. Diese Werte wurden auf der Strichskala (C) angegeben und notiert.

V EIGENE ERGEBNISSE IN ZAHLEN UND TABELLEN

Die 20 Versuchsergebnisse pro Prüfkörper wurden nach den Formeln und Tabellen der mathematischen Statistik ausgewertet. Folgende Formeln wurden diesem Werk entnommen:

a) Mittelwert:

$$\bar{x} = \bar{x}' + \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x}')$$

b) Streuung:

$$s^2 = \frac{1}{N-1} \left[\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x}')^2 - \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x}') \right)^2 \right]$$

c) Mittlere quadratische Abweichung:

$$s = \sqrt{s^2}$$

d) Variationskoeffizient:

$$V = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100 \%$$

Erklärung:

$\bar{x}'$ = angenommener Mittelwert

x_i = Einzelwert

N = Anzahl der Versuche

Tabelle 2

Werte der Abreißversuche

Versuch:	Netz	Bügel	Krampon
1	6 300	14 400	20 300
2	8 600	12 800	20 400
3	6 300	14 900	18 500
4	7 800	14 400	19 200
5	6 200	14 800	19 200
6	6 600	14 300	17 900
7	6 700	13 900	10 200
8	8 100	14 100	21 200
9	7 300	13 600	17 900
10	6 500	14 500	20 100
11	7 800	12 900	21 000
12	8 100	13 900	18 500
13	6 500	14 100	19 300
14	7 200	15 000	19 500
15	6 900	12 800	20 300
16	6 700	13 400	21 100
17	7 200	14 100	19 300
18	8 300	13 200	18 400
19	6 700	12 900	19 600
20	7 300	14 100	19 700

Tabelle 3

NETZ

i	x_i	$x_i - \bar{x}'$	$(x_i - \bar{x}')^2$
1	6 300	- 700	490 000
2	8 600	+ 1 600	2 560 000
3	6 300	- 700	490 000
4	7 800	+ 800	640 000
5	6 200	- 800	640 000
6	6 600	- 400	160 000
7	6 700	- 300	90 000
8	8 100	+ 1 100	1 210 000
9	7 300	+ 300	90 000
10	6 500	- 500	250 000
11	7 800	+ 800	640 000
12	8 100	+ 1 100	1 210 000
13	6 500	- 500	250 000
14	7 200	+ 200	40 000
15	6 900	- 100	10 000
16	6 700	- 300	90 000
17	7 200	+ 200	40 000
18	8 300	+ 1 300	1 690 000
19	6 700	- 300	90 000
20	7 300	+ 300	90 000
	143 100	+ 3 100	9 770 000

NETZ

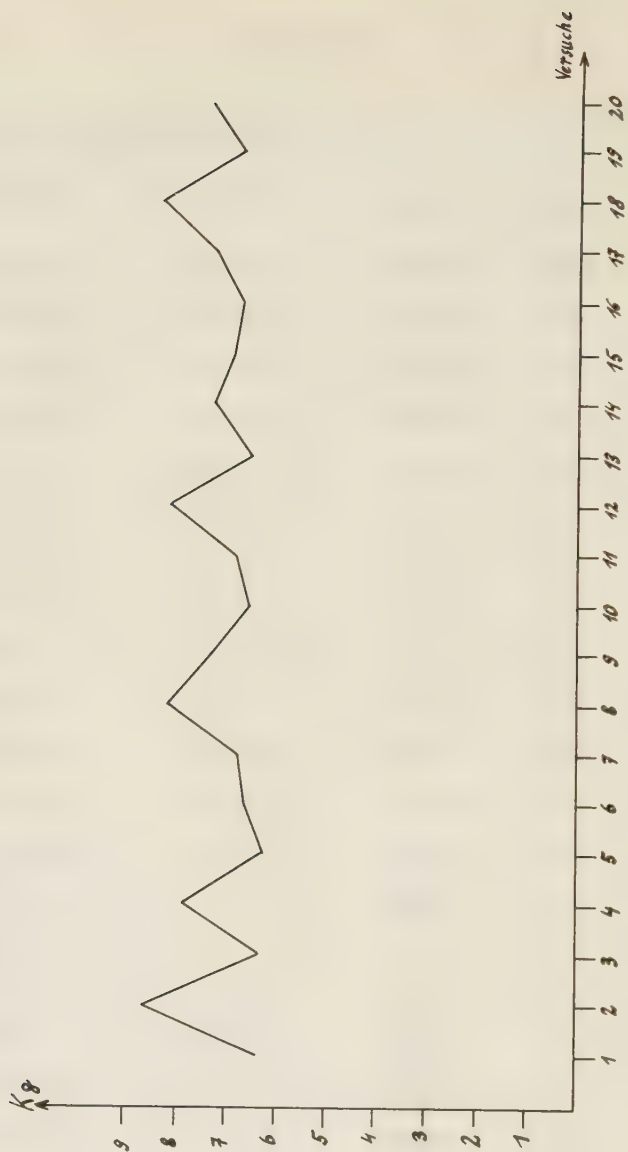


Abb. 7

Tabelle 4

BÜGEL

i	x_i	$x_i - \bar{x}'$	$(x_i - \bar{x}')^2$
1	14 400	+ 400	160 000
2	12 800	- 1 200	1 440 000
3	14 900	+ 900	810 000
4	14 400	+ 400	160 000
5	14 800	+ 800	640 000
6	14 300	+ 300	90 000
7	13 900	- 100	10 000
8	14 100	+ 100	10 000
9	13 600	- 400	160 000
10	14 500	+ 500	250 000
11	12 900	- 1 100	1 210 000
12	13 900	- 100	10 000
13	14 100	+ 100	10 000
14	15 000	+ 1 000	1 000 000
15	12 800	- 1 200	1 440 000
16	13 400	- 600	360 000
17	14 100	+ 100	10 000
18	13 200	- 800	640 000
19	12 900	- 1 100	1 210 000
20	14 100	+ 100	10 000
	278 000	- 1 900	9 630 000

BüGEL

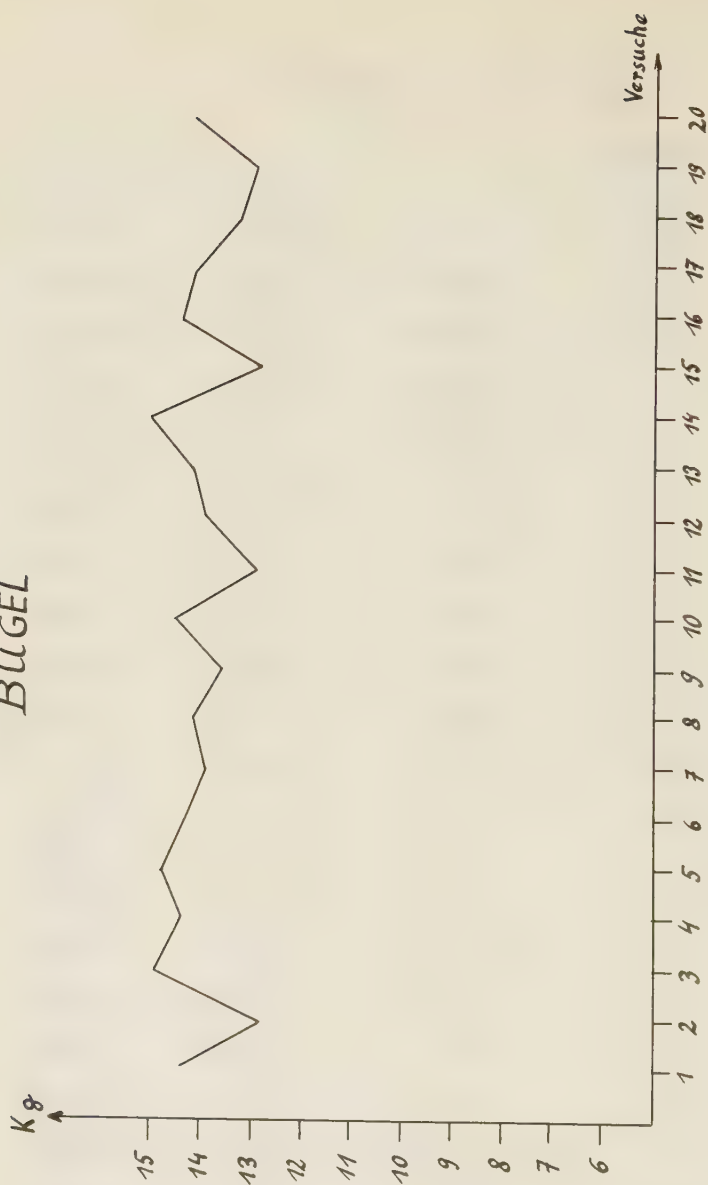


Abb. 8

Tabelle 5

KRAMPON

i	x_i	$x_i - \bar{x}'$	$(x_i - \bar{x}')^2$
1	20 300	+ 300	90 000
2	20 400	+ 400	160 000
3	18 500	- 1 500	2 250 000
4	19 200	- 800	640 000
5	19 200	- 800	640 000
6	17 900	- 2 100	4 410 000
7	20 200	+ 200	40 000
8	21 200	+ 1 200	1 440 000
9	17 900	- 2 100	4 410 000
10	20 100	+ 100	10 000
11	21 000	+ 1 000	1 000 000
12	18 500	- 1 500	2 250 000
13	19 300	- 700	490 000
14	19 500	- 500	250 000
15	20 300	+ 300	90 000
16	21 100	+ 1 100	1 210 000
17	19 300	- 700	490 000
18	18 400	- 1 600	2 560 000
19	19 600	- 400	160 000
20	19 700	- 300	90 000
	391 600	- 8 400	22 680 000

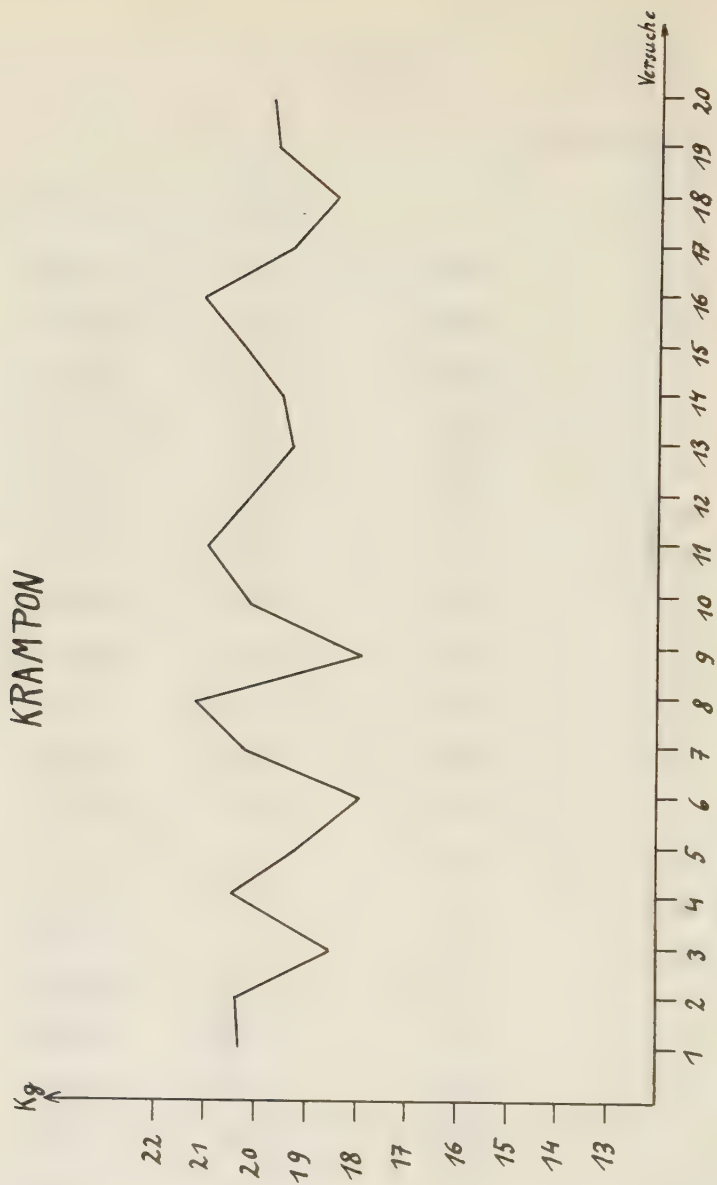


Abb. 9

NETZ

Mittelwert: $\bar{x} = 7\,155\text{ g}$

Streuung: $s^2 = 482\,327$

Mittlere quadratische Abweichung: $s = 694,4$

Variationskoeffizient: $V = 9,7\%$

$$\sum x_i = 143\,100\text{ g}$$

$$\sum (x_i - \bar{x}') = +3\,100$$

$$\sum (x_i - \bar{x}')^2 = 9\,770\,000$$

$$\bar{x}' = 7\,000\text{ g}$$

BÜGEL

Mittelwert: $\bar{x} = 13\,905\text{ g}$

Streuung: $s^2 = 497\,342$

Mittlere quadratische Abweichung: $s = 705$

Variationskoeffizient: $V = 5,07\%$

$$\sum x_i = 278\,100\text{ g}$$

$$\sum (x_i - \bar{x}') = -1\,900$$

$$\sum (x_i - \bar{x}')^2 = 9\,630\,000$$

$$\bar{x}' = 14\,000\text{ g}$$

KRAMPON

Mittelwert: $\bar{x} = 19\,580\text{ g}$

Streuung: $s^2 = 1\,008\,000$

Mittlere quadratische Abweichung: $s = 1\,003,9$

Variationskoeffizient: $V = 5,12\%$

$$\begin{aligned} \left[x_i \right] &= 391\,600 \\ \left[(x_i - \bar{x}') \right] &= -8\,400 \\ \left[(x_i - \bar{x}')^2 \right] &= 22\,680\,000 \\ \bar{x}' &= 20\,000\text{ g} \end{aligned}$$

VI AUSWERTUNG UND DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Eine einfache Gegenüberstellung der Tabellen (2, 3, 4, 5) zeigt deutlich voneinander abweichende Abreißwerte. Der mittlere Abreißwert der Netzverankerung liegt bei meiner Versuchsreihe bei 7,155 Kp, der des Bügels fast doppelt so hoch, nämlich 13,905 Kp, beim Krampon endlich werden Werte erreicht, die bei fast 20 Kp liegen, nämlich 19,580 Kp.

Diese einfache Gegenüberstellung zeigt eine wesentlich größere Retention von Bügel und Krampon gegenüber dem Netz. Vereinfachend könnte man sagen, daß der Retentionswert des Bügels doppelt und der des Krampons dreimal so groß ist wie der des Netzes.

Beim Vergleich der Netzwerte mit R. Mayer zeigt sich eine gewisse Differenz in den Meßergebnissen. Mayer errechnet auf Grund seiner Versuche ein arithmetisches Mittel von 8 547,5 p in der vorliegenden Versuchsreihe. Da die Versuchsbedingungen bei beiden Versuchsreihen in Bezug auf die verwendeten Materialien, der Herstellung des Prüfkörpers, die Anspalteltechnik des Zements und der zeitliche Ablauf gleich waren, kommt als mutmaßliche Fehlerquelle bei Mayer (11) wahrscheinlich nur die Konstruktion der Abreißmaschine und die Art und Weise ihrer Bedienung in Frage. (Vergleiche hierzu die beschriebenen Mängel im Kapitel III).

Für die beiden anderen Versuchsreihen Bügel und Krampon lassen sich Vergleiche mit anderen Arbeiten nicht ziehen. Tallmann, der die Retentionswerte von Bügel und Krampon untersucht hat, arbeitete unter anderen Prüfbedingungen. Auch Tallmann (17) stellt das höhere Retentionsvermögen von Bügel und Krampon gegenüber allen anderen Verankerungsformen fest. Eine Untersuchung der Prüfkörper nach dem Abriß zeigte auffallende Unterschiede und auch Übereinstimmungen. Es zeigte sich nämlich, daß die Prüfkörper einer bestimmten Serie immer in etwa der gleichen Weise abrissen.

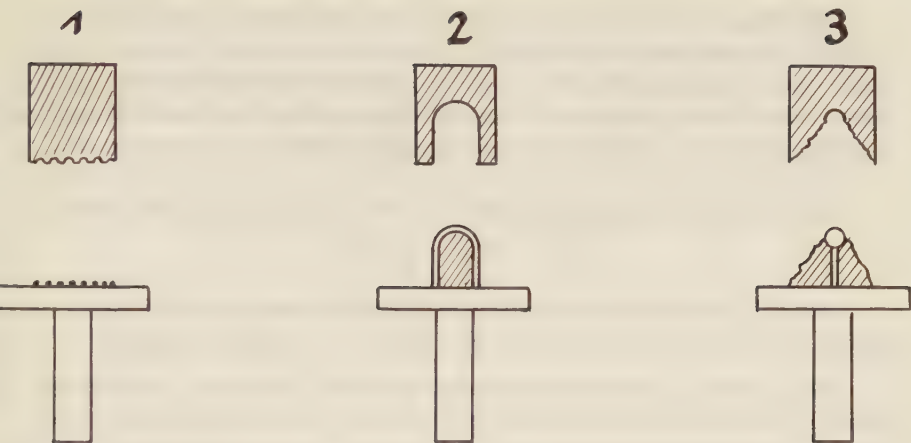


Abb. 10 Prüfkörper nach Abriß

1 zeigt die typischen Abreißmerkmale des Versuchs mit dem Netz. Von 20 Versuchen zeigten 19 diese Form. Der Zement reißt am Metall. Nur in einem Falle blieb etwas Zement auf dem Netz des Prüfkörpers haften. Das flach angegossene Netz bildete eine zu geringe Retention für den Zement. Die Frage wäre, ob nicht ein dreidimensional geflochtenes Netz zu besseren Resultaten durch die intensivere Verklammerung zwischen Metall und Zement führen würde.

Die typische Form nach Abriß des Bügels wird aus Zeichnung 2 ersichtlich. Während sich beim Netz sämtlicher Zement vom Prüfkörper löste, blieb unter dem Bügel der Zement stehen. In 3 Fällen zerbröckelte auch der Zement innerhalb des Bügels. Diese Tatsache erklärt, daß der Bügel ein größeres Retentionselement ist als das Netz.

3 Der Prüfkörper des Krampons zeigte nach Abriß einen von der Kugel her sich kegelförmig zu den Rändern des Tellers (T) verbreiternden Zementstumpf. Bemerkenswert ist, daß bei allen 20 Versuchen keine grundsätzliche Abweichung von diesem hier aufgezeichneten Normalverhalten festzustellen war. Offensichtlich setzt der Krampon den größten Widerstand den Zugkräften entgegen. Beim Krampon bleibt wesentlich mehr Zement auf dem Teller des Prüfkörpers zurück als bei den anderen beschriebenen Verankerungen.

Erwähnenswert ist noch die Tatsache, die auch schon Tallmann (17) beschrieben hat, daß bei allen Versuchen (außer Netz) der Abriß im Zement erfolgte. Beim Netz liegt also die schwächste Stelle in der Art der Verankerung. Wenn härtere Befestigungszemente zur Verfügung stehen, werden wahrscheinlich die Abreißwerte noch höher liegen, zumindest bei Bügel und Krampon.

VII ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNG FÜR DIE PRAXIS

Die vergleichende mechanische Untersuchung verschiedener Verankerungsformen in Bezug auf ihre Retentionswerte war mir zur Aufgabe gegeben.

Nach einem geschichtlichen Rückblick auf die Verankerungsformen beschäftigte ich mich mit Abreißversuchen an Netz-, Bügel- und Kramponprüfkörpern. Als Befestigungsmittel wurde schnellhärtender Phosphatzement verwendet. Der Abreißversuch erfolgte nach einer zweistündigen Erhärtungsdauer. Da die mir zur Verfügung gestellte Maschine in ihrer Funktion nicht voll befriedigend arbeitete, konstruierte ich ein neues Gerät. Mit dieser neuen Maschine wurden je 20 Abreißversuche (also insgesamt 60 Versuche) durchgeführt, wobei sich folgende arithmetische Mittel für:

Netz	7 155 g
Bügel	1 3 905 g
Krampon	1 9 580 g

ergaben. Es zeigte sich, daß der Bügel etwa den doppelten und der Krampon den dreifachen Retentionswert des Netzes aufwies. Auf Grund dieser hohen Abreißwerte läßt sich für die Praxis sagen, daß der Krampon gegenüber Bügel- und Netzverankerung das beste Retentionselement ist. Im allgemeinen wird es so sein, daß ein größerer kariöser Defekt vorliegt. In diesem Falle ist dem Krampon der Vorzug zu geben, da

1. eine leichtere Verarbeitung
2. eine größere Retention

ermöglicht wird.

Nur bei flachen Kavitäten ist es besser, ein Inlay nach der herkömmlichen Methode anzufertigen, da es fast unmöglich ist, eines dieser drei Retentionselemente in der geringen Tiefe der Kavität unterzubringen. Nähere Angaben und Hinweise auf die Praxis wären in der Inauguralarbeit von W. Merk (12) nachzulesen. Die etwas kompliziertere Art und Weise zur Herstellung dieser Inlays wird wieder ausgeglichen durch die kürzere Präparation am Patienten, den größeren Halt der Füllung und den geringeren Materialverbrauch.

VIII LITERATURVERZEICHNIS

- 1 Barth H. Die Selbstretention der Füllung nach physikalischen-mathematischen Gesetzen.
D. z. W. 1920 H. 28 & 29
- 2 Black G. V. Konservierende Zahnheilkunde Band II
Verlag Hermann Meusser Berlin 1914
- 3 Boedecker H. Das Metalleinlageverfahren.
Verlag Hermann Meusser Berlin 1911
- 4 Boisson R. Gußfüllungen.
Verlag Lehmann, München 1935
- 5 Doxtater, Lee W. Kronen- und Brückenarbeiten XIII. Kap. Grundlagen für die Verwendung von Goldinlays zur Brückenbefestigung.
Verlag Urban & Schwarzenberg 1933
- 6 Gutsche H. J. Welchen Einfluß hat die Behandlung des Dentins auf die Haftintensität des Phosphatzementes.
Med. Diss. München 1961
- 7 Haseloff-Hoffmann Kleines Lehrbuch der Statistik.
Verlag Walter De Gruyter und Co.
- 8 Hoppe E. W. Die Bedeutung der Oberflächenbearbeitung des Goldes für die Haftintensität des Phosphatzementes.
Med. Diss. München 1961
- 9 Kujumdjieff S. Über die Ausdehnung der Zahnkaries und die Formen der Kavitäten.
Med. Diss. München 1960
- 10 Loos A. Die Retentionsform der Gußfüllung.
Vjs. f. Zhk. H. 1 1930
- 11 Mayr R. Technische und klinische Erprobung des Goldnetzes zur Verankerung der Gußfüllung.
Med. Diss. München 1964
- 12 Merk W. Die klinischen und technischen Erfahrungen mit Bügel- Krampon- und Netzinlays.
Med. Diss. München 1966

- 13 Ollendorf Neue Gußmethode.
Deutsche Monatsschrift für Zhk. 1906
- 14 Schmöger A. C. Die Haftintensität des Zinkoxydphosphatzement-
tes in Abhängigkeit von der Goldoberfläche und
dem Anrührverhältnis zwischen Pulver und Flüss-
igkeit bei verschiedener Anrührtemperatur.
Med. Diss. München 1962
- 15 Schug-Kösters M. Gedanken und Versuche zu einer vereinfachten
Retention der Inlays.
Zahnärztliche Rundschau 61 H. 17 1952

Lehrbuch der Kavitätenpräparation.
Verlag Wilhelm Maudrich, Wien 1951
- 16 Taggart The cast inlay.
Dental Review 1907
- 17 Tallmann G. Die innere Verankerung von Gußfüllungen
durch Bügel und Krampon.
Med. Diss. München 1953

Am Schluß dieser Arbeit möchte ich meiner sehr verehrten Lehrerin,

Frau Professor Dr. Dr. M. SCHUG-KÖSTERS für die Überlassung dieses interessanten Themas und die freundliche Unterstützung bei der Entstehung dieser Arbeit herzlich danken.

IX LEBENSLAUF

Am 14. Oktober 1937 wurde ich, Theodor Bibel, als Sohn des Zahnarztes Theodor Bibel und seiner Ehefrau Josefa Bibel geb. Rix in Murnau geboren.

Nach dem Besuch von 5 Klassen Volksschule in Murnau 1943-1947 wechselte ich in die Oberrealschule in Murnau. Ab September 1949 besuchte ich die Oberrealschule in Weiden und legte dort im Sommer 1959 die Reifeprüfung ab.

Im Wintersemester 1959/60 begann ich an der Universität in München das Studium der Zahnheilkunde und legte im Februar 1965 das Staatsexamen ab.

Anschließend trat ich eine Assistentenstelle in Bad-Wörishofen an. Im Oktober 1965 wurde ich zur Bundeswehr als Stabsarzt d.R. einberufen.

